

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005年1月13日 (13.01.2005)

PCT

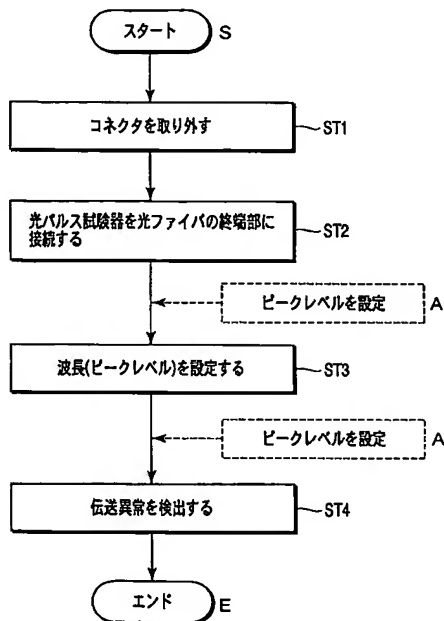
(10) 国際公開番号  
WO 2005/003714 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G01M 11/00, H04B 10/08  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/009464  
(22) 国際出願日: 2004年6月28日 (28.06.2004)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2003-193154 2003年7月7日 (07.07.2003) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): アンリツ株式会社 (ANRITSU CORPORATION) [JP/JP]; 〒2438555 神奈川県厚木市恩名1800番地 Kanagawa (JP).  
(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 清水 雅哉 (SHIMIZU, Masaya) [JP/JP]. 遠藤 弘明 (ENDO, Hiroaki) [JP/JP]. 坂本 貴司 (SAKAMOTO, Takashi) [JP/JP].  
(74) 代理人: 鈴江 武彦, 外 (SUZUYE, Takehiko et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目7番2号 鈴榮特許綜合法律事務所内 Tokyo (JP).  
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,

[続葉有]

(54) Title: TEST SYSTEM OF BEAM PATH FOR SEARCHING TROUBLE IN BEAM PATH FROM USER OPTICAL TERMINAL SIDE

(54) 発明の名称: 光線路の障害探索をユーザ光端末側から行う光線路の試験システム



S...START  
ST1...REMOVE CONNECTOR  
ST2...CONNECT OPTICAL PULSE TESTER  
TO TERMINAL PART OF OPTICAL FIBER  
A...SET PEAK LEVEL  
ST3...SET WAVELENGTH (PEAK LEVEL)  
ST4...DETECT TRANSMISSION  
ABNORMALITY  
E...END

(57) Abstract: A trouble searching system of a beam path searches a trouble in the beam path connected with an optical fiber, performing data transmission between a center-station-side transmitter and a user optical terminal through an optical branch unit (PON: Passive Optical Network). An optical pulse tester (Optical Time Domain Reflectometer: OTDR) feeds a test light to the optical fiber and tests the optical fiber based on a backscattering light or a return light from that optical fiber. A connecting part removes the terminal part of the beam path in the user optical terminal from the inside thereof and connects the OTDR to the terminal part of the beam path. An incident section feeds at least one of a test light having a wavelength different from that of a light being used for data transmission on the beam path and a test light having a specified peak level or lower to the terminal part of the beam path from the OTDR. A searching section searches a trouble in the beam path from the user optical terminal side by detecting a backscattering light or a return light from the beam path being obtained based on incidence of the test light using the OTDR.

(57) 要約: 光線路の障害探索システムは、センタ局側の伝送装置から光分岐器 (PON: Passive Optical Network) を経由してユーザ光端末までの間でデータ伝送を行う光ファイバで接続された光線路の障害を探索する。光パルス試験器 (Optical Time Domain Reflectometer: OTDR) は、光ファイバに試験光を入射し、その光ファイバからの後方散乱光や戻り光に基づいて当該光ファイバに対する試験を行う。接続部は、前記ユーザ光端末内の光線路の終端部を前記ユーザ光端末内から取り外し、当該光線路の終端部に前記OTDRを接続する。入射部は、前記OTDRから前記光線路の終端部に、前記光線路でのデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長の試験光及びピークレベルが所定レベル以下の試験光のうちの少なくとも一方を入射する。探索部は、前記試験光の入射に基づいて得られる前記光線路からの後方散乱光や戻り光を前記OTDRによって検出することにより、前記光線路の

障害を前記ユーザ光端末側から探索する。



NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

光線路の障害探索をユーザ光端末側から行う光線路の試験システム

## 技術分野

本発明は光線路の試験システムに係り、特に、センタ局側の伝送装置から光分岐器（PON：Passive Optical Network）を経由し、ユーザ光端末までの間でデータ伝送を行う光ファイバで接続された光線路の障害探索をユーザ光端末側から行う光線路の試験システムに関する。

## 背景技術

従来、上述したようなPONを経由する光線路の障害探索システムとして、非特許文献（荒木則幸他4名、幹線の信頼性向上への実験、online、平成11年6月、平成15年6月30日検索、インターネット<<http://www.access.or.jp/report/405section.htm>>）に開示されているような1.65 $\mu$ mの波長の試験光を発生する光パルス試験器（Optical Time Domain Reflectometer：OTDR）を用いてセンタ局側から光線路の障害の発生場所を特定するシステムが知られている。

このシステムでは、本来の伝送信号光に影響を与えないようにするため、光線路の両端に試験光のみを遮断する光フィルタが挿入されている。

また、このシステムと同様に、OTDRを用いる光線路の

障害探索システムとして、特許文献（U S P 5 , 1 7 7 , 3 5 4）に開示されているようなセンタ局側から光線路の障害の発生場所を特定するシステムが知られている。

しかしながら、これらの光線路の障害探索システムは、いずれも光ファイバを提供する通信事業者側の所有するセンタ局側から光線路の障害の発生場所を特定する手法であるので、原理的に見てユーザ光端末側から光ファイバの障害の発生場所を特定することは極めて困難である。

一方、F T T H（F i b e r t o t h e H o m e）では、光ファイバの敷設コストを低減する観点から、ユーザ光端末、及び光分岐器前後における光ファイバ同士の接続に、メカニカルスプライス工法が用いられているので、融着によって光ファイバ同士を接続した場合と比較して光ファイバの接続強度が弱いという問題点がある。

このため、F T T Hでは、ユーザ光端末内と、光分岐器との間に敷設された光ファイバに障害が発生する可能性が高くなっている。

したがって、今後、F T T Hに対する需要が増加した場合に、上述したような通信事業者側の所有するセンタ局から試験を行う光線路の障害探索システムだけでは、ユーザ光端末内と、光分岐器との間で発生すると予測される障害によって引き起こされる通信障害に対して有効に対応することができなくなる可能性がある。

このため、光ファイバを使用する通信事業者の間では、光ファイバの障害がユーザ光端末内と、光分岐器との間で発生

した場合に、いち早くその障害が発生した場所を特定することができる技術を採用した光線路の障害探索システムの実現に対する要望が高まっている。

#### 発明の開示

本発明の目的は、ユーザ光端末から光分岐器までの間に光線路として敷設された光ファイバの障害を、他のユーザ光端末及び伝送装置に影響を与えることなく、迅速に、ユーザ光端末側から検出することを可能にする光線路の障害探索システムを提供することにある。

本発明の主旨は、ユーザ光端末内における光線路の終端部に、OTDRを接続し、このOTDRで使用する光の波長の値を、光線路でデータ伝送に使用される波長の値と異なる値、及び光パルスのピークレベルを所定のレベル以下に設定することの少なくとも一方を採用することにより、ユーザ光端末から光分岐器までの間に光線路として敷設された光ファイバの障害を、他のユーザ光端末及び伝送装置に影響を与えることなく、ユーザ光端末側から迅速に探索することを可能にすることにある。

なお、本明細書に記載のユーザ光端末は、光回線網終端装置（Optical Network Unit；ONU）と呼んでもよい。

そして、以上のような本発明の主旨は、具体的には、以下のような態様を採用することにより実現される。

上記目的を達成するために、本発明の第1の態様によれば、センタ局側の伝送装置から光分岐器（PON：Passiv

e O p t i c a l N e t w o r k) を経由してユーザ光端末までの間でデータ伝送を行う光ファイバで接続された光線路の障害を探索する光線路の障害探索方法であって、

光ファイバに試験光を入射し、その光ファイバからの後方散乱光や戻り光に基づいて当該光ファイバに対する試験を行う光パルス試験器 (O p t i c a l T i m e D o m a i n R e f l e c t o m e t e r : O T D R) を準備し、

前記ユーザ光端末内の光線路の終端部を前記ユーザ光端末内から取り外し、当該光線路の終端部に前記 O T D R を接続し、

前記 O T D R から前記光線路の終端部に、前記光線路でのデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長の試験光及びピークレベルが所定レベル以下の試験光のうちの少なくとも一方を入射し、

前記試験光の入射に基づいて得られる前記光線路からの後方散乱光や戻り光を前記 O T D R によって検出することにより、前記光線路の障害を前記ユーザ光端末側から探索する光線路の障害探索方法が提供される。

このような第 1 の態様により、前記 O T D R を接続する工程で、ユーザ光端末内の光線路の終端部がユーザ光端末内から取り外されると共に、前記 O T D R が前記光線路の終端部に接続され、前記試験光を入射する工程で前記 O T D R から前記光線路の終端部に、前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長の試験光及びピークレベルが所定レベル以下の試験光のうちの少なくとも一方が入射され、前記

光線路の障害を探索する工程で試験光の入射に基づいて得られる前記光線路からの後方散乱光や戻り光を前記OTDRによって検出することにより、前記光線路の障害を前記ユーザ光端末側から探索するので、当該各ユーザ光端末から光分岐器までの間に前記光線路として敷設された光ファイバの障害を、他のユーザ光端末及びセンタ局側の伝送装置に影響を与えることなく、迅速に、ユーザ光端末側から探索することができる。

また、本発明の第2の態様によれば、前記試験光の波長は、前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長で且つセンタ局側からの光線路の試験に用いられる波長と異なる波長である第1の態様に従う光線路の障害探索方法が提供される。

このような第2の態様により、前記試験光の波長が前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長で且つセンタ局側からの光線路の試験に用いられる波長と異なる波長であることを除いては上述した第1の態様と同様の作用を奏することができる。

また、本発明の第3の態様によれば、前記試験光の波長は、 $0.3\mu\text{m}$ 以上 $1.3\mu\text{m}$ 未満、又は $1.65\mu\text{m}$ より大きく $2.0\mu\text{m}$ 以下の何れか一方の範囲に含まれる値である第2の態様に従う光線路の障害探索方法が提供される。

このような第3の態様により、前記試験光の波長が前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長で且つセンタ局側からの光線路の試験に用いられる波長と異なる波

長として、 $0.3\mu\text{m}$ 以上 $1.3\mu\text{m}$ 未満、又は $1.65\mu\text{m}$ より大きく $2.0\mu\text{m}$ 以下の何れか一方の範囲に含まれる値に特定されていることを除いては上述した第1の態様と同様の作用を奏することができる。

この場合、前記OTDRは、前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる $0.3\mu\text{m}$ 以上 $1.3\mu\text{m}$ 未満の波長を有する試験光をユーザの設定に応じて選択的に発生する可変または複数の波長光源あるいはそのうちの一つの波長を有する試験光のみ発生する単一の光源を装備するOTDRであってもよい。

さらには、前記OTDRは、前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長で且つセンタ局側からの光線路の試験に用いられる波長と異なる $0.3\mu\text{m}$ 以上 $1.3\mu\text{m}$ 未満、又は $1.65\mu\text{m}$ より大きく $2.0\mu\text{m}$ 以下の波長の試験光をユーザの設定に応じて選択的に発生する可変または複数の波長光源あるいはそのうちの一つの波長を有する試験光のみ発生する単一の光源を装備するOTDRであってもよい。

また、本発明の第4の態様によれば、前記試験光の波長は、 $0.6\mu\text{m}$ の近傍の値である第3の態様に従う光線路の障害探索方法が提供される。

このような第4の態様により、前記試験光の波長が $0.6\mu\text{m}$ の近傍の値に特定されていることを除いては、上述した第3の態様と同様の作用を奏することができる。

そして、 $0.6\mu\text{m}$ の近傍の値の波長の試験光を用いた場



合には、前記光線路として接続される光ファイバが  $0.6\ \mu\text{m}$  の近傍の波長領域で大きい後方散乱係数を有していることにより、結果的に、光ファイバからの後方散乱光や戻り光を含む O T D R に入射される信号のレベルが高くなるので、可及的に短いデッドゾーンでの前記光線路に対する障害探索が可能になる。

また、 $0.6\ \mu\text{m}$  の近傍の値の波長の試験光を用いた場合には、 $1.31\ \mu\text{m}$  及び  $1.55\ \mu\text{m}$  の波長のデータ伝送光を用いているセンタ局側の伝送装置等において用いられる受光素子に対してその受光感度が、 $10\ \text{dB}$  以上低くなるので、センタ局側の伝送装置等に対する影響を低減化することができる。

また、本発明の第 5 の態様によれば、前記試験光の波長が、前記  $0.6\ \mu\text{m}$  の近傍の値であるとき、前記 O T D R の受光器として前記  $0.6\ \mu\text{m}$  近傍の波長帯で受光感度を示すとともに、前記データ伝送に用いられる  $1.31\ \mu\text{m}$  及び  $1.55\ \mu\text{m}$  の波長のデータ伝送光に対しては、殆ど受光感度を示さない S i 系の受光素子が用いられる第 4 の態様に従う光線路の障害探索方法が提供される。

このような第 5 の態様により、前記試験光の波長が  $0.6\ \mu\text{m}$  の近傍の値であるとき、前記 O T D R の受光器として前記  $0.6\ \mu\text{m}$  近傍の波長帯で受光感度を示すとともに、前記データ伝送に用いられる  $1.31\ \mu\text{m}$  及び  $1.55\ \mu\text{m}$  の波長のデータ伝送光に対しては、殆ど受光感度を示さない S i 系の受光素子が用いられていることを除いては上述した第 4

の態様と同様の作用を奏することができる。

そして、このような特性を有する S i 系の受光素子を前記 O T D R の受光器として用いることにより、前記 O T D R の受光器が前記データ伝送に用いられる 1 . 3 1  $\mu$  m 及び 1 . 5 5  $\mu$  m の波長のデータ伝送光に対しては、殆ど受光感度を示さないため、試験光に対するデータ伝送光の影響を無くすることができる。

また、本発明の第 6 の態様によれば、前記ピークレベルが所定レベル以下の試験光は、そのピークレベルが他のユーザ光端末または前記センタ局側の伝送装置の受光部における当該試験光の信号レベルとして - 4 0 d B m 乃至 - 5 0 d B m 以下となるように設定されている第 1 の態様に従う光線路の障害探索方法が提供される。

このような第 6 の態様により、前記試験光が、O T D R を接続したユーザ光端末以外の、他のユーザ光端末またはセンタ側の伝送装置に影響を与えないようにする観点から、前記試験光のピークレベルが他のユーザ光端末または前記センタ局側の伝送装置の受光部における当該試験光の信号レベルとして - 4 0 d B m 乃至 - 5 0 d B m 以下となるように設定されている試験光であることを除いては上述した第 1 の態様と同様の作用を奏することができる。

そして、このように試験光となる光パルスのピークレベルを所定レベル（- 4 0 d B m 乃至 - 5 0 d B m）以下に抑えるように設定する場合には、試験光の波長は、上述した 0 . 3  $\mu$  m 以上 1 . 3  $\mu$  m 未満、又は 1 . 6 5  $\mu$  m よりも大きく

2.  $0\ \mu\text{m}$ 以下の何れか一方の範囲に含まれる値に関係なく任意の値に設定することができる。

また、本発明の第7の態様によれば、

センタ局側の伝送装置から光分岐器（PON：Passive Optical Network）を経由してユーザ光端末までの間でデータ伝送を行う光ファイバで接続された光線路の障害を探索する光線路の障害探索システムであって、

光ファイバに試験光を入射し、その光ファイバからの後方散乱光や戻り光に基づいて当該光ファイバに対する試験を行う光パルス試験器（Optical Time Domain Reflectometer：OTDR）と、

前記ユーザ光端末内の光線路の終端部を前記ユーザ光端末内から取り外し、当該光線路の終端部に前記OTDRを接続する手段と、

前記OTDRから前記光線路の終端部に、前記光線路でのデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長の試験光及びピークレベルが所定レベル以下の試験光のうちの少なくとも一方を入射する手段と、

前記試験光の入射に基づいて得られる前記光線路からの後方散乱光や戻り光を前記OTDRによって検出することにより、前記光線路の障害を前記ユーザ光端末側から探索する手段と、

を具備する光線路の障害探索システムが提供される。

このような第7の態様により、前記OTDRを接続する手段で、ユーザ光端末内の光線路の終端部がユーザ光端末内か

ら取り外されると共に、前記OTDRが前記光線路の終端部に接続され、前記試験光を入射する手段で前記OTDRから前記光線路の終端部に、前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長の試験光及びピークレベルが所定レベル以下の試験光のうちの少なくとも一方が入射され、前記光線路の障害を探索する手段で試験光の入射に基づいて得られる前記光線路からの後方散乱光や戻り光を前記OTDRによって検出することにより、前記光線路の障害を前記ユーザ光端末側から探索するので、当該各ユーザ光端末から光分岐器までの間に前記光線路として敷設された光ファイバの障害を、他のユーザ光端末及びセンタ局側の伝送装置に影響を与えることなく、迅速に、ユーザ光端末側から探索することができる。

また、本発明の第8の態様によれば、前記試験光の波長は、前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長で且つセンタ局側からの光線路の試験に用いられる波長と異なる波長である第7の態様に従う光線路の障害探索システムが提供される。

このような第8の態様により、前記試験光の波長が前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長で且つセンタ局側からの光線路の試験に用いられる波長と異なる波長であることを除いて上述した第7の態様と同様の作用を奏することができる。

また、本発明の第9の態様によれば、前記試験光の波長は、 $0.3\mu\text{m}$ 以上 $1.3\mu\text{m}$ 未満、又は $1.65\mu\text{m}$ より大き

く  $2.0 \mu\text{m}$  以下の何れか一方の範囲に含まれる値である第 8 の態様に従う光線路の障害探索システムが提供される。

このような第 9 の態様により、前記試験光の波長が前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長で且つセンタ局側からの光線路の試験に用いられる波長と異なる波長であるために、 $0.3 \mu\text{m}$  以上  $1.3 \mu\text{m}$  未満、又は  $1.65 \mu\text{m}$  より大きく  $2.0 \mu\text{m}$  以下の何れか一方の範囲に含まれる値に特定されていることを除いては上述した第 7 の態様と同様の作用を奏することができる。

この場合、前記 OTDR は、前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる  $0.3 \mu\text{m}$  以上  $1.3 \mu\text{m}$  未満の波長を有する試験光をユーザの設定に応じて選択的に発生する可変または複数の波長光源あるいはそのうちの一つの波長を有する試験光のみ発生する単一の光源を装備する OTDR であってもよい。

さらには、前記 OTDR は、前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長で且つセンタ局側からの光線路の試験に用いられる波長と異なる  $0.3 \mu\text{m}$  以上  $1.3 \mu\text{m}$  未満、又は  $1.65 \mu\text{m}$  より大きく  $2.0 \mu\text{m}$  以下の波長の試験光をユーザの設定に応じて選択的に発生する可変または複数の波長光源あるいはそのうちの一つの波長を有する試験光のみ発生する単一の光源を装備する OTDR であってもよい。

また、本発明の第 10 の態様によれば、前記試験光の波長は、 $0.6 \mu\text{m}$  の近傍の値である第 9 の態様に従う光線路の

## 1 2

障害探索システムが提供される。

このような第 10 の態様により、前記試験光の波長が 0.6  $\mu\text{m}$  の近傍の値に特定されていることを除いては上述した第 9 の態様と同様の作用を奏することができる。

そして、0.6  $\mu\text{m}$  の近傍の値の波長の試験光を用いた光線路の障害探索システムは、前記光線路として接続される光ファイバが 0.6  $\mu\text{m}$  の近傍の波長領域で大きい後方散乱係数を有していることにより、結果的に、光ファイバからの後方散乱光や戻り光を含む OTDR に入射される信号のレベルが高くなるので、可及的に短いデッドゾーンでの前記光線路に対する障害探索が可能になる。

また、0.6  $\mu\text{m}$  の近傍の値の波長の試験光を用いた光線路の障害探索システムは、1.31  $\mu\text{m}$  及び 1.55  $\mu\text{m}$  の波長のデータ伝送光を用いているセンタ局側の伝送装置等において用いられる受光素子に対してその受光感度が、10 dB 以上低くなるので、センタ局側の伝送装置等に対する影響を低減化することができる。

また、本発明の第 11 の態様によれば、前記試験光の波長が、前記 0.6  $\mu\text{m}$  の近傍の値であるとき、前記 OTDR の受光器として前記 0.6  $\mu\text{m}$  近傍の波長帯で受光感度を示すとともに、前記データ伝送に用いられる 1.31  $\mu\text{m}$  及び 1.55  $\mu\text{m}$  の波長のデータ伝送光に対しては、殆ど受光感度を示さない Si 系の受光素子が用いられる第 10 の態様に従う光線路の障害探索システムが提供される。

このような第 11 の態様により、前記試験光の波長が 0.

6  $\mu\text{m}$  の近傍の値であるとき、前記 O T D R の受光器として前記 0.6  $\mu\text{m}$  近傍の波長帯で受光感度を示すとともに、前記データ伝送に用いられる 1.31  $\mu\text{m}$  及び 1.55  $\mu\text{m}$  の波長のデータ伝送光に対しては、殆ど受光感度を示さない S i 系の受光素子が用いられていることを除いては上述した第 10 の態様と同様の作用を奏することができる。

そして、このような特性を有する S i 系の受光素子を前記 O T D R の受光器として用いる光線路の障害探索システムは、前記 O T D R の受光器が前記データ伝送に用いられる 1.31  $\mu\text{m}$  及び 1.55  $\mu\text{m}$  の波長のデータ伝送光に対しては、殆ど受光感度を示さないため、試験光に対するデータ伝送光の影響を無くすることができる。

また、本発明の第 12 の態様によれば、前記ピークレベルが所定レベル以下の試験光は、そのピークレベルが他のユーザ光端末または前記センタ局側の伝送装置の受光部における当該試験光の信号レベルとして -40 dBm 乃至 -50 dBm 以下となるように設定されている第 7 の態様に従う光線路の障害探索システムが提供される。

このような第 12 の態様により、前記試験光が、O T D R を接続したユーザ光端末以外の、他のユーザ光端末またはセンタ側の伝送装置に影響を与えないようにする観点から、前記試験光のピークレベルが他のユーザ光端末または前記センタ局側の伝送装置の受光部における当該試験光の信号レベルとして -40 dBm 乃至 -50 dBm 以下となるように設定されている試験光であることを除いては上述した第 7 の態様

と同様の作用を奏することができる。

そして、このように試験光となる光パルスのピークレベルを所定レベル（ $-40\text{ dBm}$ 乃至 $-50\text{ dBm}$ ）以下に抑えるように設定する場合には、試験光の波長は、上述した $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $1.3\text{ }\mu\text{m}$ 未満、又は $1.65\text{ }\mu\text{m}$ よりも大きく $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下の何れか一方の範囲に含まれる値に関係なく任意の値に設定することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態としての適用対象であるF T T H 1の一例を説明するために示す模式図であり；

図2は、本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態としての適用対象であるユーザ光端末の一例を説明するために示す模式図であり；

図3は、本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態に使用するO T D Rの構成を説明するために示す機能ブロック図であり；

図4は、本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態及び他の実施の形態の動作を説明するために示すフローチャートであり；

図5は、本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態に使用するO T D Rの受光器に用いられる受光素子の受光感度を説明するために示す特性図であり； a n d

図6は、本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態としての適用対象であるF T T H 1網に用いられる受



光素子の受光感度を説明するために示す特性図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態に関し、図面を参照して説明する。

図1は、本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態としての適用対象であるF T T H 1の一例を説明するために示す模式図である。

本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態としての適用対象は、図1に示すようなP O N方式によるF T T H 1である。

このF T T H 1は、互いに光ファイバ2で接続された、通信事業者側にあるセンタ局3と、第1の光分岐器4と、この第1の光分岐器4に接続された8台の第2の光分岐器5 1, 5 2, …, 5 8と、各第2の光分岐器5 1, 5 2, …, 5 8毎に4台ずつ接続された合計32台のユーザ光端末とから構成される。

なお、図1では、説明の簡略化を図る観点から、上から5番目の第2の光分岐器5 5に接続されたユーザ光端末6 1 7, 6 1 8, 6 1 9, 6 2 0以外のユーザ光端末に関しては図示を省略している。

このF T T H 1では、上り方向における光信号としては、1. 31  $\mu$ mの波長の光が用いられ、下り方向における光信号としては、1. 55  $\mu$ mの波長の光が用いられている。

ここで、上り方向とは、各ユーザ光端末6 1 7, 6 1 8, 6 1 9, 6 2 0からセンタ局3に向かう向きを意味する。

一方、下り方向とは、センタ局 3 から各ユーザ光端末 6 1 7, 6 1 8, 6 1 9, 6 2 0 に向かう向きを意味する。

センタ局 3 は、1. 55  $\mu\text{m}$  の波長の下り方向における光信号を第 1 の光分岐器 4 に出力すると共に、第 1 の光分岐器 4 から出力された 1. 31  $\mu\text{m}$  の波長の上り方向における光信号を受け取る。

第 1 の光分岐器 4 は、センタ局 3 から送信された 1. 55  $\mu\text{m}$  の波長の光信号を受け取ると共に、受け取った光信号を 8 分岐して各第 2 の光分岐器 5 1, 5 2, ..., 5 8 に出力する。

また、この第 1 の光分岐器 4 は、各第 2 の光分岐器 5 1, 5 2, ..., 5 8 から出力された 1. 31  $\mu\text{m}$  の波長の光信号を受け取ると共に、受け取った 1. 31  $\mu\text{m}$  の波長の光信号をセンタ局 3 に出力する。

各第 2 の光分岐器 5 1, 5 2, ..., 5 8 は、各ユーザ宅の近傍、例えば、電柱等に設けられており、第 1 の分岐器 4 から出力された 1. 55  $\mu\text{m}$  の波長の光信号を 4 分岐して、各ユーザ側に設けられた各ユーザ光端末 6 1 7, 6 1 8, 6 1 9, 6 2 0 に出力する。

また、これらの第 2 の光分岐器 5 1, 5 2, ..., 5 8 は、各ユーザ光端末 6 1 7, 6 1 8, 6 1 9, 6 2 0 から出力された 1. 31  $\mu\text{m}$  の波長の光信号を受け取ると共に、受け取った 1. 31  $\mu\text{m}$  の波長の光信号を第 1 の光分岐器 4 に出力する。

この場合、合計 32 台の各ユーザ光端末は、それぞれ、各

ユーザ宅内に設置されており、各第2の光分岐器51, 52, ..., 58から出力された1.55  $\mu\text{m}$ の波長の光信号を受け取ると共に、受け取った光信号を光電変換して、光電変換の結果、得られたデジタル信号を図示しない各ユーザのコンピュータ(PC)に出力する。

また、各ユーザ光端末は、図示しない各ユーザのコンピュータ(PC)から送信されたデジタル信号を1.31  $\mu\text{m}$ の波長の光信号に変換し、この1.31  $\mu\text{m}$ の波長の光信号を、第2の光分岐器51, 52, ..., 58に出力する。

図2は、本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態としての適用対象の1つであるユーザ光端末の一例を説明するために示す模式図である。

本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態としての適用対象である合計32台の各ユーザ光端末は、それぞれ、4台毎に第2の光分岐器51, 52, ..., 58に接続された光ファイバ2を内部に挿通している。

なお、以下の説明では、説明の簡略化を図る観点から、ユーザ光端末617に関してのみ説明を行うが、他のユーザ光端末に関しても同様の構成であることはいうまでもない。

ユーザ光端末617は、略直方体形状の筐体617Aと、基端部が図1の第2の光分岐器55に接続された光ファイバ2と、メカニカルスプライス617Bと、光ファイバ2の終端部に接続されたコネクタ617Cと、光送受信部617Dと、インターフェース回路617Eとから構成される。

ここで、筐体617Aは、内部に、光送受信部617Dと、

## 18

インターフェース回路 6 1 7 E とを収容すると共に、光ファイバ 2 を巻回して収容するためのものである。

光ファイバ 2 は、基端部が図 1 の第 2 の光分岐器 5 5 に接続されており、その終端部が筐体 6 1 7 A 内部に巻回して収容されている。

メカニカルスプライス 6 1 7 B は、ユーザ光端末 6 1 7 の筐体 6 1 7 A 内で 2 つの光ファイバ a , b の各端部間を機械的に挟み込むようにして接合するための部材である。

コネクタ 6 1 7 C は、ユーザ光端末 6 1 7 内における光ファイバ 2 の終端部に接続され、光送受信部 6 1 7 D に接続されている。

このコネクタ 6 1 7 C には、センタ局 3 側から実施される光ファイバ 2 の伝送試験の際に、使用される  $1.65\mu\text{m}$  の波長の光を除去するための図示しないフィルタが内蔵されている。

光送受信部 6 1 7 D は、光ファイバ 2 の終端部に接続されたコネクタ 6 1 7 C に接続されており、光ファイバ 2 内を伝播した光をデジタル信号に変換すると共に、変換されたデジタル信号をインターフェース回路 6 1 7 E を介して外部の図示しないユーザのコンピュータ (P C) に出力する。

また、光送受信部 6 1 7 D は、インターフェース回路 6 1 7 E を介して外部の図示しないユーザのコンピュータ (P C) から送信されるデータ信号を光信号に変換すると共に、変換された光信号をコネクタ 6 1 7 C 及び光ファイバ 2 を介して図 1 の第 2 の光分岐器 5 5 に出力する。

インターフェース回路 617E は、光送受信部 617D から出力されたデジタル信号を図示しない LAN を介して接続されたユーザ側の図示しないパーソナルコンピュータ（PC）に出力する。

また、インターフェース回路 617E は、ユーザ側の図示しないパーソナルコンピュータ（PC）出力されたデータ信号を光送受信部 617D に出力する。

なお、本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態に用いられる後述する図 3 の OTDR 7 は、図示破線で示すように、光送受信部 617D から取り外されたコネクタ 617C に接続される。

図 3 は、本発明に係る光線路の障害探索システムの一実施の形態に使用される OTDR 7 の構成を説明するために示す機能ブロック図である。

この OTDR 7 は、操作部 71 と、この操作部 71 に接続されるタイミング発生器 72 と、このタイミング発生器 72 に接続される光源 73 と、この光源 73 に接続される光結合器 74 と、この光結合器 74 に接続される受光器 75 と、この受光器 75 に接続される増幅器 76 と、この増幅器 76 に接続されるアナログ／デジタル（A／D）変換器 77 と、この A／D 変換器 77 及び前記タイミング発生器 72 に接続される処理部 78 と、この処理部 78 に接続される表示部 79 とから構成される。

ここで、操作部 71 は、操作者の操作により、光源 73 から出射される光パルスの波長を所望の値に設定すると共に、

## 20

その繰り返し周期に関するデータが入力される。

なお、本実施の形態に係る O T D R 7 では、操作部 7 1 は、操作者の操作により、光源 7 3 から出射される光パルスの波長及びパルス幅を所望の値に設定すると共に、その繰り返し周期を所望の値に設定するためのデータが入力されるような機能を有しているものとする。

しかるに、これに限らず、操作部 7 1 は、操作者の操作により、光源 7 3 から出射される光パルスのピークレベルを所定レベル以下に抑えるように設定するデータが入力されるような機能を有しているものとしてもよい。

また、タイミング発生器 7 2 は、操作部 7 1 から入力された設定に関するデータに基づいて、光源 7 3 から所定の波長及びパルス幅を有した光パルスが所定の繰り返し周期で発生されるように、タイミング信号を光源 7 3 に送出する。

例えば、レーザダイオードからなる光源 7 3 は、入力された波長及びパルス幅を設定するデータに対応する波長及びパルス幅を有する光パルスを、入力された繰り返し周期を設定するデータに対応する繰り返し周期で発生して、光結合器 7 4 を介して光ファイバ 2 の一端に試験光として出力する。

この試験光としての光パルスの波長は、実際の光通信システムで使用される伝送光の波長とは異なる値、例えば  $0.6 \mu\text{m}$  に設定されている。

なお、本実施の形態では、光源 7 3 から出力される試験光としての光パルスの波長は、 $0.6 \mu\text{m}$  に設定されているが、これに限らない。

## 21

すなわち、光源 73 から出力される試験光としての光パルスの波長は、 $1.31\text{ }\mu\text{m}$  よりも大きい値、例えば  $1.45\text{ }\mu\text{m}$  であってもよい。

この場合、前述した通信事業者が所有するセンタ局 3 内に、 $1.45\text{ }\mu\text{m}$  の波長の光パルス除去するフィルタを別途設ける構成とする。

測定対象の光ファイバ 2 に入射された試験光としての光パルスは、この光ファイバ 2 内を第 2 の光分岐器 55 に向けて伝播されていく。

この試験光としての光パルスの伝播過程で、光ファイバ 2 内部では、後方散乱やフレネル反射に起因する、試験光としての光パルスとは進行方向が逆方向の後方散乱光や戻り光が発生する。

この後方散乱光や戻り光は、光ファイバ 2 内を伝播して、光ファイバ 2 の一端から OTDR 7 内に入射される。

OTDR 7 内の光結合器 74 は、OTDR 7 内に入射される後方散乱光や戻り光を受光器 75 に出力する。

受光器 75 は、光ファイバ 2 から戻ってきた後方散乱光や戻り光を受け取り、受け取った後方散乱光や戻り光を電気信号に変換し、変換した電気信号を増幅器 76 に出力する。

なお、本実施の形態に係る OTDR 7 の受光器 75 に用いられる受光素子としては、試験光として  $0.6\text{ }\mu\text{m}$  ( $0.63\text{ }\mu\text{m}$ ,  $0.65\text{ }\mu\text{m}$  でも可) の波長の光パルスを用いる場合には、例えば、図 5 に示すように、 $0.6\text{ }\mu\text{m}$  近傍 (約  $0.4\text{ }\mu\text{m}$  乃至約  $0.95\text{ }\mu\text{m}$ ) の波長帯で良好な受光感度を示

## 22

すSi系の受光素子であるSi-PINフォトダイオード等を用いるものとする。

このような特性を有する受光素子を用いる受光器75は、FTH1において用いられている $1.31\mu\text{m}$ 及び $1.55\mu\text{m}$ の波長のデータ伝送光に対しては、殆ど受光感度を示さないため、試験光に対するデータ伝送光の影響はない。

そして、増幅器76は、受光器75から出力された電気信号を増幅すると共に、その増幅した電気信号をA/D変換器77に出力する。

A/D変換器77は、増幅器76から出力された電気信号をA/D変換すると共に、そのA/D変換した電気信号を処理部78に出力する。

処理部78は、タイミング発生器72から入力されたパルスに同期するトリガを受け取り、A/D変換部77から出力された電気信号に含まれる測定データを平均化する処理を行った後、対数変換し、試験光に対する光ファイバ2の伝送特性を算出する機能と、算出した光ファイバ2の伝送特性を表示部79に表示させる機能とを有している。

表示部79は、処理部78によって算出された光ファイバ2の伝送特性を表示する。

次に、以上のように構成されたOTDR7を用いた光ファイバ2の障害探索システムの動作に関し、図4に示すフローチャートを参照して説明する。

図4は、本実施の形態に係る光線路の障害探索システムの動作を説明するために示すフローチャートである。



## 23

始めに、操作者は、図2に破線で示したように、ユーザ光端末内617の光ファイバ2の終端部と、光送受信部617Dとを接続するコネクタ617Cを光送受信部617Dから取り外す（ステップST1）。

次に、操作者は、光送受信部617Dから取り外したコネクタ617CにOTDR7を接続することにより、ユーザ光端末617内の光ファイバ2の終端部にOTDR7を接続する（ステップST2）。

なお、本実施の形態では、OTDR7をユーザ光端末617内の光ファイバ2の終端部に接続するようにしているが、これに限らない。

例えば、ユーザ光端末617内で光ファイバ2を接合するメカニカルスプライス617Bを取り外して、このメカニカルスプライス617Bを取り外した光ファイバ2の一端aにOTDR7を接続するようにしてもよい。

なお、この場合、OTDR7で用いる試験光の波長は、センタ局3側から光ファイバ2の障害検出時に入射させる場合の試験光の波長と同様の $1.65\mu\text{m}$ であってもよい。

すなわち、この場合には、コネクタ617Cを用いなくて光ファイバ2に試験光を入射させる構成なので、コネクタ617Cに内蔵されているセンタ局3側から実施される光ファイバ2の伝送試験の際に使用される $1.65\mu\text{m}$ の波長の光を除去するためのフィルタの影響を受けないためである。

次に、操作者は、OTDR7で使用する試験光の波長を、伝送に用いられている $1.31\mu\text{m}$ 及び $1.55\mu\text{m}$ とは異

なる任意の値、例えば  $0.6 \mu\text{m}$  に設定する（ステップ S T 3）。

なお、本実施の形態では、O T D R 7 で使用する試験光の波長を  $0.6 \mu\text{m}$  に設定するようにしているが、これに限らない。

例えば、O T D R 7 に設定する試験光の波長は、 $0.63 \mu\text{m}$  あるいは  $0.65 \mu\text{m}$  であってもよく、全体としては  $0.3 \mu\text{m}$  以上  $1.3 \mu\text{m}$  未満、又は  $1.65 \mu\text{m}$  よりも大きく  $2.0 \mu\text{m}$  以下の何れか一方の範囲に含まれる値であることがより好ましい。

これは、波長  $1.31 \mu\text{m}$  及び  $1.55 \mu\text{m}$  の伝送光が用いられている他のユーザ光端末に影響を与えない観点からであるとともに、センタ局 3 側から光ファイバ 2 の障害検出時に用いられる場合の試験光の波長  $1.65 \mu\text{m}$  を避けるためである。

なお、前記 O T D R 7 に装備される光源 7 3 としては、前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる  $0.3 \mu\text{m}$  以上  $1.3 \mu\text{m}$  未満の波長を有する試験光をユーザの設定に応じて選択的に発生する可変または複数の波長光源あるいはそのうちの一つの波長を有する試験光のみ発生する単一の光源であってもよい。

また、前記 O T D R 7 に装備される光源 7 3 としては、前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長で且つセンタ局側からの光線路の試験に用いられる波長と異なる  $0.3 \mu\text{m}$  以上  $1.3 \mu\text{m}$  未満、又は  $1.65 \mu\text{m}$  より大

きく  $2.0 \mu\text{m}$  以下の波長の試験光をユーザの設定に応じて選択的に発生する可変または複数の波長光源あるいはそのうちの一つの波長を有する試験光のみ発生する単一の光源であってもよい。

なお、前記 O T D R 7 に装備される光源 7 3 として、前記  $0.3 \mu\text{m}$  以上  $1.3 \mu\text{m}$  未満、又は  $1.65 \mu\text{m}$  より大きく  $2.0 \mu\text{m}$  以下の波長のうちの一つの波長を有する波長の試験光のみを発生する単一の光源である場合には、当然ながら前記試験光の波長を設定する工程（ステップ S T 3）を省略することができる。

なお、本実施の形態では、ステップ S T 3 において、O T D R 7 に設定する試験光の波長として、伝送光に用いられている  $1.31 \mu\text{m}$  及び  $1.55 \mu\text{m}$  とは異なる任意の値、例えば、 $0.6 \mu\text{m}$  に設定するようにしているが、これに限らない。

このステップ S T 3 における試験光の波長を設定する工程は、試験光となる光パルスのピークレベルを所定レベル（ $-40 \text{ dBm}$  乃至  $-50 \text{ dBm}$ ）以下に抑えるように設定する工程に代えてもよい。

これは、本実施の形態に係る試験光が、O T D R 7 を接続したユーザ光端末 6 1 7 以外の、F T T H 1 内の他のユーザ光端末またはセンタ側の伝送装置に影響を与えない観点から、試験光となる光パルスのピークレベルを他のユーザ光端末またはセンタ側の伝送装置の受光部における試験光の信号レベルが  $-40 \text{ dBm}$  乃至  $-50 \text{ dBm}$  以下の範囲の値であるこ

とが保守現場での実際的な経験値からして最も好ましいからである。

そして、このように試験光となる光パルスのピークレベルを所定レベル（ $-40\text{ dBm}$ 乃至 $-50\text{ dBm}$ ）以下に抑えるように設定する場合には、試験光の波長は、上述した $0.3\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $1.3\text{ }\mu\text{m}$ 未満、又は $1.65\text{ }\mu\text{m}$ よりも大きく $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下の何れか一方の範囲に含まれる値に関係なく任意の値に設定することができる。

また、試験光の波長を、伝送光に用いられている $1.31\text{ }\mu\text{m}$ 及び $1.55\text{ }\mu\text{m}$ とは異なる任意の値に設定する工程（ステップST3）の前後の何れか一方に、図4に破線で示したように、試験光となる光パルスのピークレベルを所定レベル（ $-40\text{ dBm}$ 乃至 $-50\text{ dBm}$ ）以下に抑えるように設定する工程を付加してもよい。

次に、操作者は、OTDR7を用いて、光ファイバ2の終端部に接続されているコネクタ617Cから、例えば、 $0.6\text{ }\mu\text{m}$ に波長を設定した試験光を入射させて光ファイバ2の障害の探索を行う（ステップST4）。

以上のような一連の工程により、ユーザ光端末617側からの光ファイバ2に対する障害の探索試験が終了する。

上述したように、本実施の形態によれば、ユーザ光端末617内の光ファイバ2の終端部に設けられたコネクタ617Cを光送受信部617Dから取り外し、この取り外したコネクタ617Cに、OTDR7を接続して、データ伝送に用いる光の波長とは異なる値に設定した試験光及びピークレベル

を所定レベル（ $-40\text{ dBm}$ 乃至 $-50\text{ dBm}$ ）以下に抑えるように設定した試験光のうちの少なくとも一方をコネクタ 617Cを介して光ファイバ2内に入射させるようにしているので、ユーザ光端末617から第2の光分岐器55までの間に光線路として敷設された光ファイバ2の障害を、他のユーザ光端末及びセンタ局側の伝送装置に影響を与えることなく、ユーザ光端末617側から迅速に且つ確実に探索することができる。

そして、本実施の形態において、試験光として $0.6\text{ }\mu\text{m}$ （ $0.63\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.65\text{ }\mu\text{m}$ でも可）の波長の光パルスを用いた場合には、光ファイバがこの波長領域で大きい後方散乱係数を有していることにより、結果的に、光ファイバ2からの後方散乱光や戻り光を含むOTDR7に入射される信号のレベルが高くなるので、可及的に短いデッドゾーンでの光ファイバ2に対する障害探索が可能になる。

ところで、PON方式によるFTTH1において用いられる受光素子としては、このFTTH1において $1.31\text{ }\mu\text{m}$ 及び $1.55\text{ }\mu\text{m}$ の波長のデータ伝送光を用いているため、例えば、図6に示すように、約 $1.0\text{ }\mu\text{m}$ 乃至約 $1.65\text{ }\mu\text{m}$ 近傍の波長帯で良好な受光感度を示すInGaAsを材料とするInGaAs-PINフォトダイオード等が用いられている。

本実施の形態で $0.6\text{ }\mu\text{m}$ 近傍（ $0.6\text{ }\mu\text{m}$ 以外に $0.63\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.65\text{ }\mu\text{m}$ でも可）の波長の試験光を用いた場合には、 $1.31\text{ }\mu\text{m}$ 及び $1.55\text{ }\mu\text{m}$ の波長のデータ伝送光

を用いている F T T H 1 網において用いられる受光素子に対する  $0.6 \mu\text{m}$  近傍の波長の試験光の受光感度が、図 6 に示すように、10 dB 以上低くなるので、F T T H 1 網に対する影響を低減化することができる。

なお、この発明は、上記実施の形態そのままに限定されるものではなく、実施段階では、その要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化することができるとともに、上記実施の形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を抽出して形成することができる。

例えば、実施の形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよいと共に、更に、異なる実施の形態に亘る構成要素を適宜組み合わせるようにしてもよい。

以上、詳述したように、本発明によれば、ユーザ光端末から光分岐器までの間に光線路として敷設された光ファイバの障害を、ユーザ光端末側から迅速に探索することを可能にする光線路の障害探索システムを提供することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. センタ局側の伝送装置から光分岐器 (P O N : P a s s i v e O p t i c a l N e t w o r k) を経由してユーザ光端末までの間でデータ伝送を行う光ファイバで接続された光線路の障害を探索する光線路の障害探索方法であって、

光ファイバに試験光を入射し、その光ファイバからの後方散乱光や戻り光に基づいて当該光ファイバに対する試験を行う光パルス試験器 (O p t i c a l T i m e D o m a i n R e f l e c t o m e t e r : O T D R) を準備し、

前記ユーザ光端末内の光線路の終端部を前記ユーザ光端末内から取り外し、当該光線路の終端部に前記 O T D R を接続し、

前記 O T D R から前記光線路の終端部に、前記光線路でのデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長の試験光及びピークレベルが所定レベル以下の試験光のうちの少なくとも一方を入射し、

前記試験光の入射に基づいて得られる前記光線路からの後方散乱光や戻り光を前記 O T D R によって検出することにより、前記光線路の障害を前記ユーザ光端末側から探索する光線路の障害探索方法。

2. 前記試験光の波長は、前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長で且つセンタ局側からの光線路の試験に用いられる波長と異なる波長である請求の範囲 1 に従う光線路の障害探索方法。

3. 前記試験光の波長は、 $0.3\mu\text{m}$  以上  $1.3\mu\text{m}$  未満、

## 30

又は  $1.65\ \mu\text{m}$  より大きく  $2.0\ \mu\text{m}$  以下の何れか一方の範囲に含まれる値である請求の範囲 2 に従う光線路の障害探索方法。

4. 前記試験光の波長は、 $0.6\ \mu\text{m}$  の近傍の値である請求の範囲 3 に従う光線路の障害探索方法。

5. 前記試験光の波長が、前記  $0.6\ \mu\text{m}$  の近傍の値であるとき、前記 OTDR の受光器として前記  $0.6\ \mu\text{m}$  近傍の波長帯で受光感度を示すとともに、前記データ伝送に用いられる  $1.31\ \mu\text{m}$  及び  $1.55\ \mu\text{m}$  の波長のデータ伝送光に対しては、殆ど受光感度を示さない Si 系の受光素子が用いられる請求の範囲 4 に従う光線路の障害探索方法。

6. 前記ピークレベルが所定レベル以下の試験光は、そのピークレベルが他のユーザ光端末または前記センタ側の伝送装置の受光部における当該試験光の信号レベルとして  $-40\ \text{dBm}$  乃至  $-50\ \text{dBm}$  以下となるように設定されている請求の範囲 1 に従う光線路の障害探索方法。

7. センタ局側の伝送装置から光分岐器 (PON: Passive Optical Network) を経由してユーザ光端末までの間でデータ伝送を行う光ファイバで接続された光線路の障害を探索する光線路の障害探索システムであって、

光ファイバに試験光を入射し、その光ファイバからの後方散乱光や戻り光に基づいて当該光ファイバに対する試験を行う光パルス試験器 (Optical Time Domain Reflectometer: OTDR) と、



前記ユーザ光端末内の光線路の終端部を前記ユーザ光端末内から取り外し、当該光線路の終端部に前記OTDRを接続する手段と、

前記OTDRから前記光線路の終端部に、前記光線路でのデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長の試験光及びピークレベルが所定レベル以下の試験光のうちの少なくとも一方を入射する手段と、

前記試験光の入射に基づいて得られる前記光線路からの後方散乱光や戻り光を前記OTDRによって検出することにより、前記光線路の障害を前記ユーザ光端末側から探索する手段と、

を具備する光線路の障害探索システム。

8. 前記試験光の波長は、前記光線路でデータ伝送に用いられる光の波長と異なる波長で且つセンタ局側からの光線路の試験に用いられる波長と異なる波長である請求の範囲7に従う光線路の障害探索システム。

9. 前記試験光の波長は、 $0.3\mu\text{m}$ 以上 $1.3\mu\text{m}$ 未満、又は $1.65\mu\text{m}$ より大きく $2.0\mu\text{m}$ 以下の何れか一方の範囲に含まれる値である請求の範囲8に従う光線路の障害探索システム。

10. 前記試験光の波長は、 $0.6\mu\text{m}$ の近傍の値である請求の範囲9に従う光線路の障害探索システム。

11. 前記試験光の波長が、前記 $0.6\mu\text{m}$ の近傍の値であるとき、前記OTDRの受光器として前記 $0.6\mu\text{m}$ 近傍の波長帯で受光感度を示すとともに、前記データ伝送に用い

## 32

られる  $1.31\ \mu\text{m}$  及び  $1.55\ \mu\text{m}$  の波長のデータ伝送光に対しては、殆ど受光感度を示さない Si 系の受光素子が用いられる請求の範囲 10 に従う光線路の障害探索システム。

12. 前記ピークレベルが所定レベル以下の試験光は、そのピークレベルが他のユーザ光端末または前記センタ側の伝送装置の受光部における当該試験光の信号レベルとして  $-40\ \text{dBm}$  乃至  $-50\ \text{dBm}$  以下となるように設定されている請求の範囲 7 に従う光線路の障害探索システム。

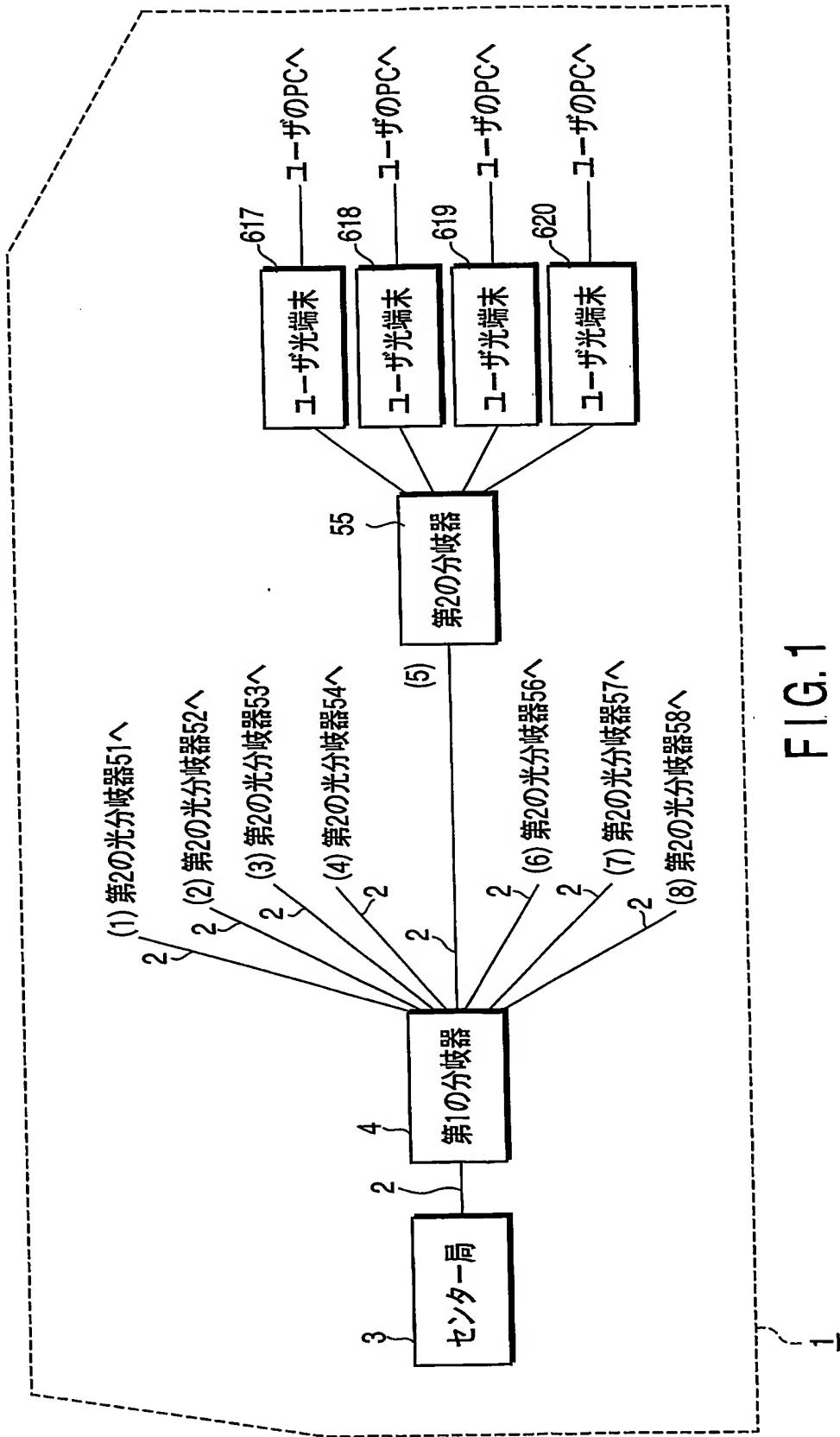


FIG. 1

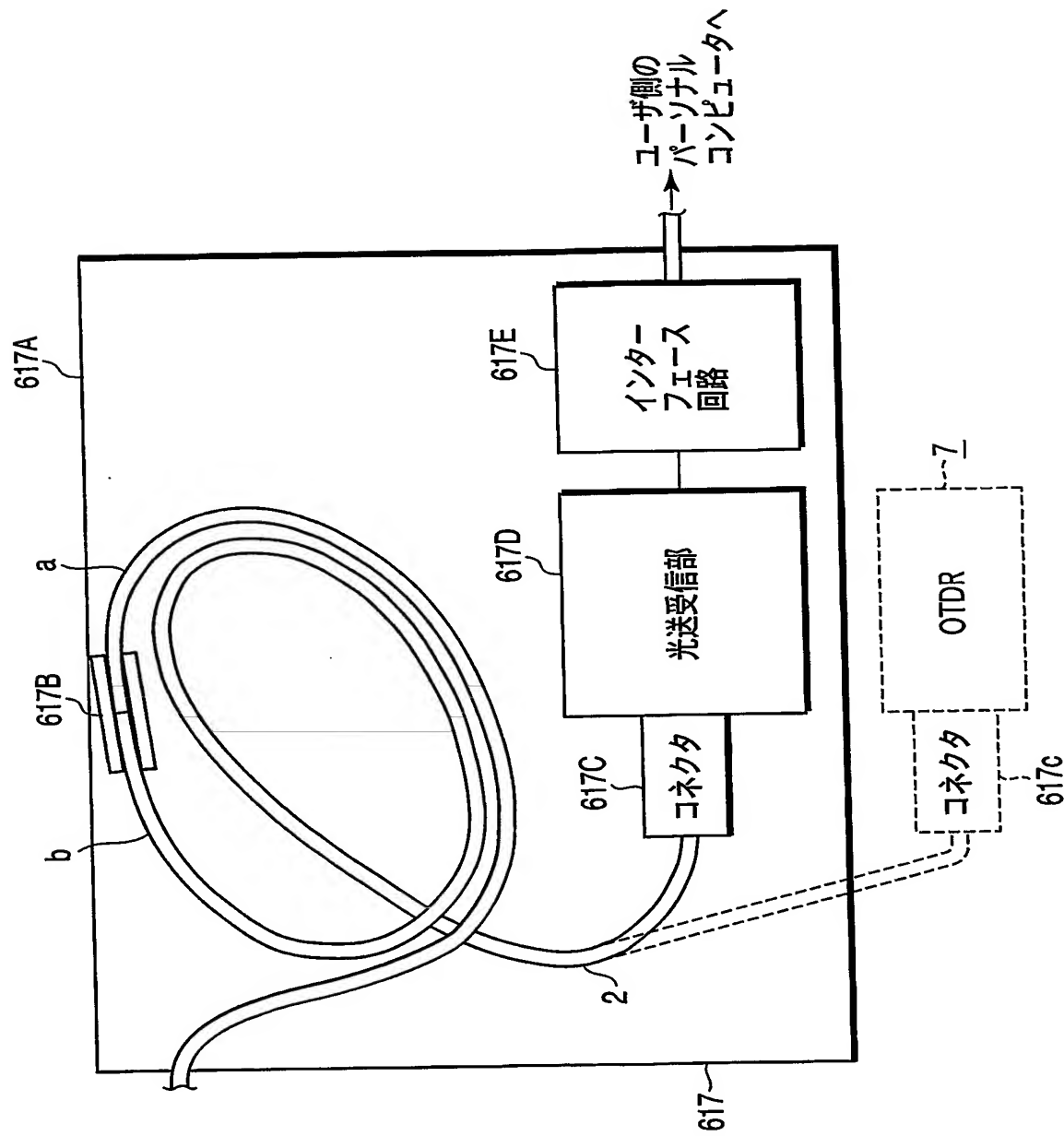


FIG. 2

3/5

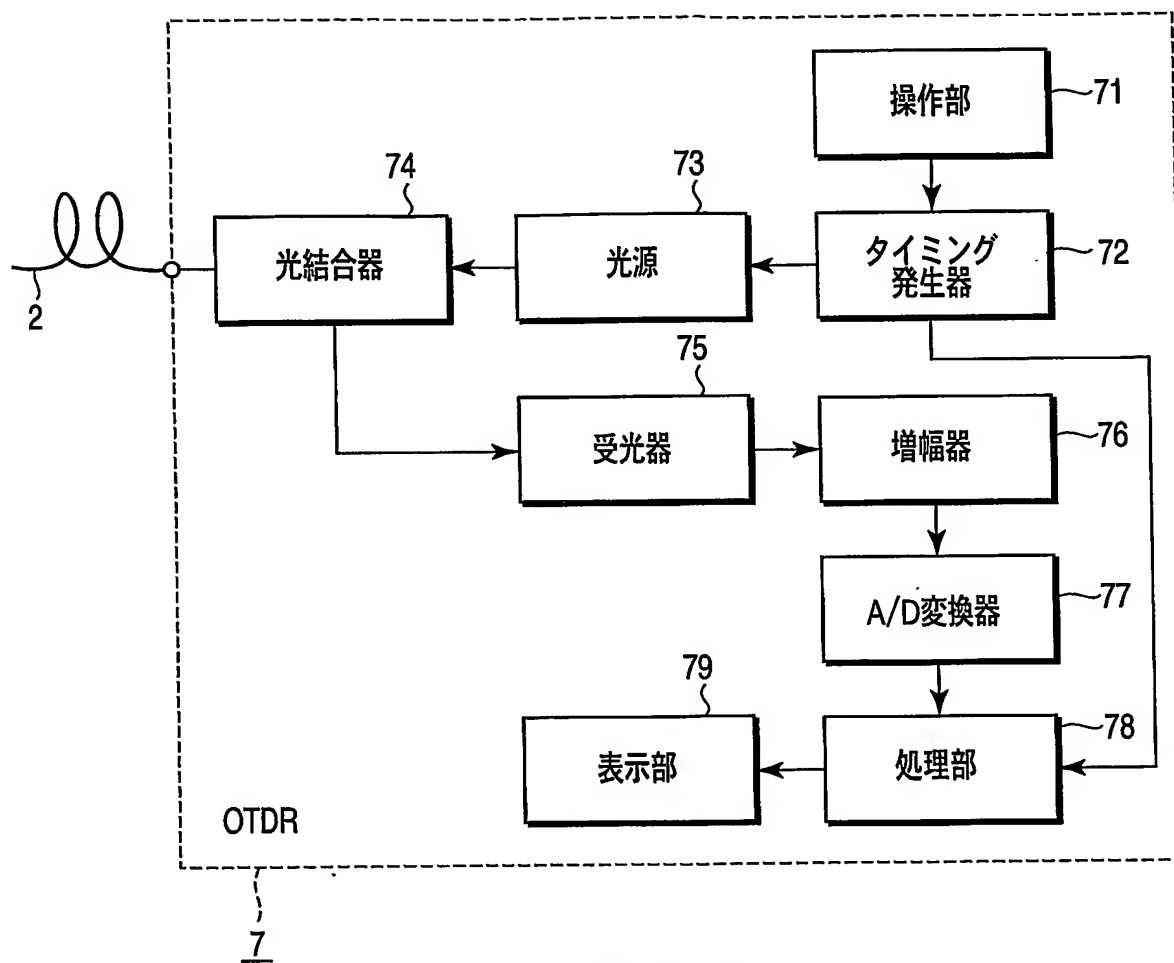


FIG. 3

4/5

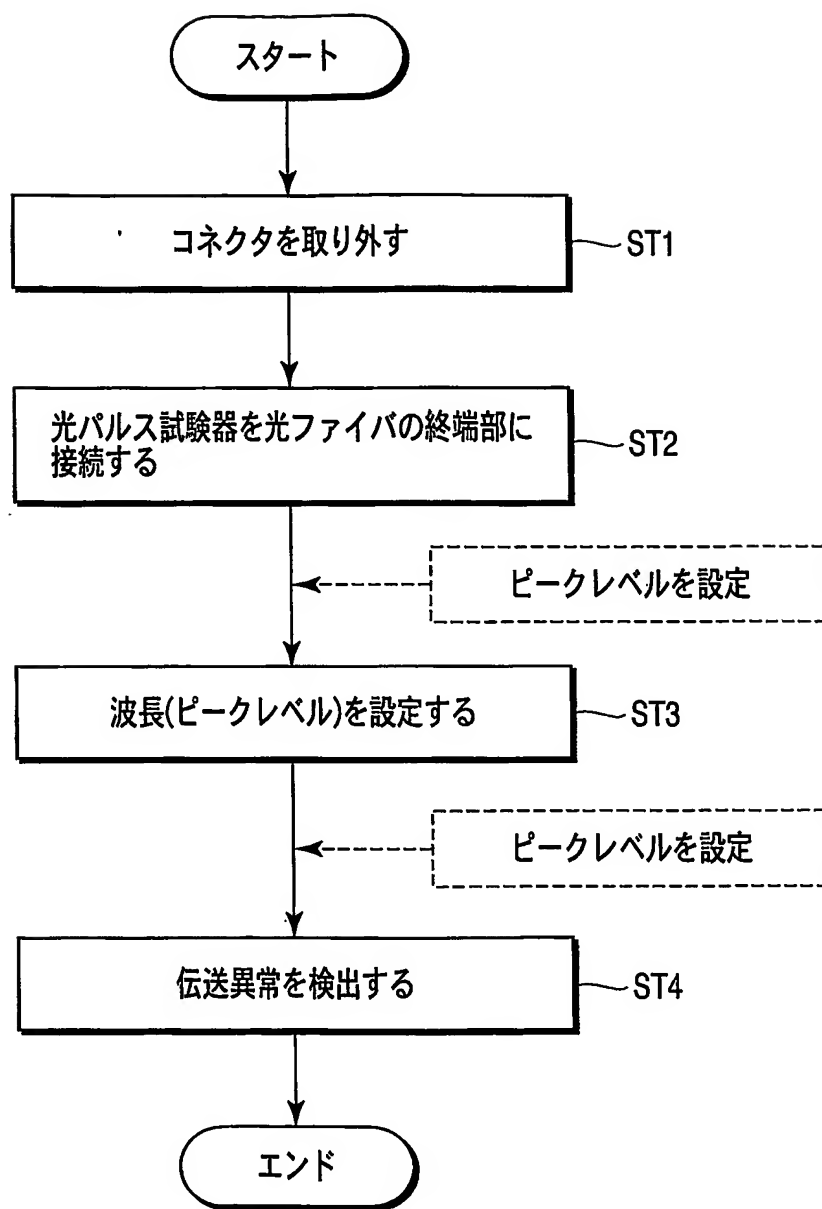


FIG. 4

5/5

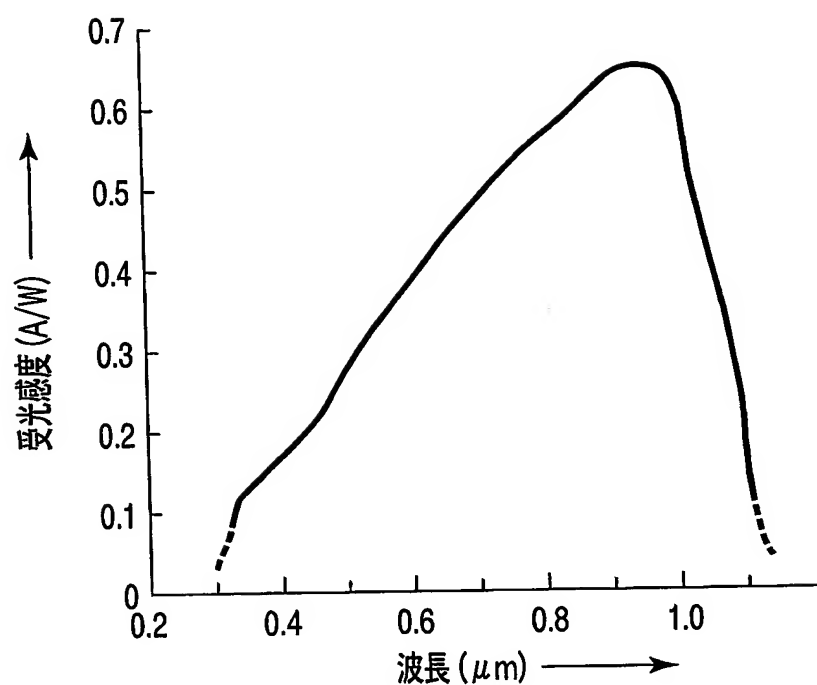


FIG. 5

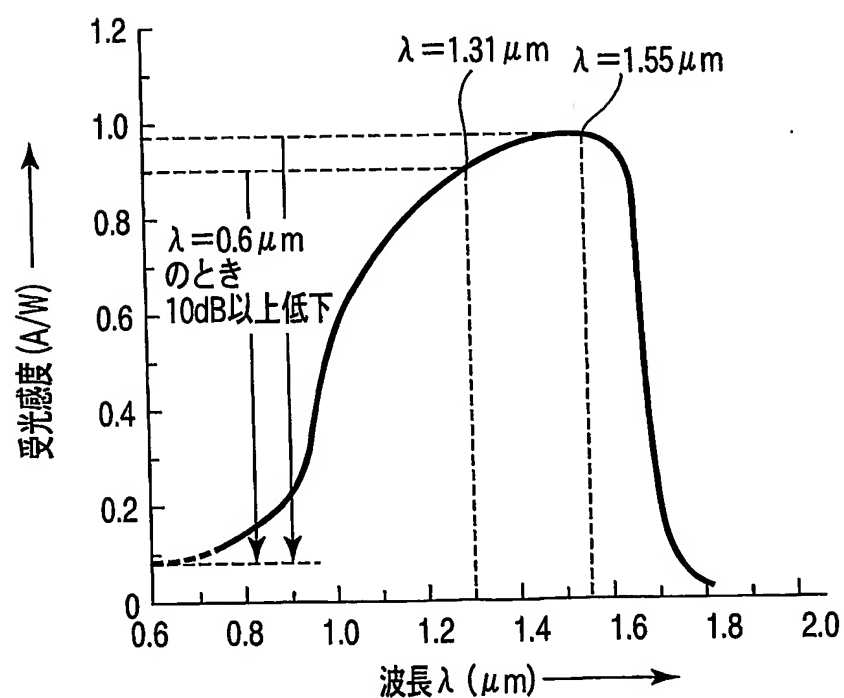


FIG. 6 (PRIOR ART)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009464

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G01M11/00, H04B10/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G01M11/00-11/02, H04B10/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2-94717 A (Hitachi, Ltd.), 05 April, 1990 (05.04.90), Full text; all drawings (Family: none)	1, 7
A	US 2002/75534 A1 (ROBERT D. FELDMAN), 20 June, 2002 (20.06.02), Full text; all drawings (Family: none)	1, 7
A	JP 6-249750 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 09 September, 1994 (09.09.94), Par. Nos. [0038] to [0039] (Family: none)	2-4, 8-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
20 August, 2004 (20.08.04)

Date of mailing of the international search report  
07 September, 2004 (07.09.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01M11/00, H04B10/08

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01M11/00-11/02, H04B10/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2-94717 A (株式会社日立製作所) 1990.04.05, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1, 7
A	US 2002/75534 A1 (ROBERT D. FELDMAN) 2002.06.20, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1, 7
A	JP 6-249750 A (日本電信電話株式会社) 1994.09.09, 【0038】-【0039】 (フ ァミリー無し)	2-4, 8-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.08.2004

国際調査報告の発送日

07.9.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田邊 英治

2W

9409

電話番号 03-3581-1101 内線 3290